

DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACION DEL PASO 2 DEL PILAR DE  
MANTENIMIENTO PLANEADO, PARA DARLE DESARROLLO A LOS PASOS 1,  
2 Y 3 DEL PILAR DE MANTENIMIENTO AUTONOMO DE LA METODOLOGIA  
TPM EN COLORQUIMICA S.A

CARLOS MARIO RIVERA PEREZ

UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ÁREA DE MANTENIMIENTO  
MEDELLÍN  
2007

DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACION DEL PASO 2 DEL PILAR DE  
MANTENIMIENTO PLANEADO, PARA DARLE DESARROLLO A LOS A PASOS  
1, 2 Y 3 DEL PILAR DE MANTENIMIENTO AUTONOMO DE LA METODOLOGIA  
TPM EN COLORQUIMICA S.A

CARLOS MARIO RIVERA PEREZ  
Proyecto de grado para optar al título de  
Ingeniero Mecánico

Asesor:  
David Palacio Raigosa  
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ÁREA DE MANTENIMIENTO  
MEDELLÍN  
2007

## AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

A sus familiares, por el apoyo a lo largo de toda la carrera.

A la empresa donde se desarrolló el proyecto por el apoyo y el interés para la realización del mismo.

A David Palacio Raigosa, Ingeniero Mecánico y asesor del proyecto, por su apoyo, compromiso y sus valiosas orientaciones y recomendaciones.

A la Universidad EAFIT y sus profesores por el conocimiento recibido.

## CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN .....	9
1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....	12
1.1 GENERALIDADES .....	12
1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS NECESIDADES DE LA EMPRESA.....	16
1.3 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA COMPAÑÍA .....	18
1.4 PROCESO DE MANTENIMIENTO.....	20
2 ESTADO DEL ARTE.....	22
2.1 ¿QUÉ ES EL TPM? .....	22
2.2 ¿QUÉ ES EL TPM EN COLORQUIMICA S.A.? .....	25
2.3 PILARES DEL TPM .....	25
2.3.1 PILAR DE MEJORAS ENFOCADAS.....	26
2.3.2 PILAR DE MANTENIMIENTO DE CALIDAD.....	27
2.3.3 PILAR SALUD, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE.....	27
2.3.4 PILAR DE EDUCACION Y ENTRENAMIENTO.....	28
2.3.5 PILAR CONTROL INICIAL.....	28
2.5.6 PILAR TPM EN DEPARTAMENTOS ADMINISTRATIVOS Y DE SOPORTE.....	28
2.5.7 PILAR DE MANTENIMIENTO AUTONOMO.....	29
2.3.8 PILAR DE MANTENIMIENTO PLANEADO O PLANIFICADO.....	33

3	PLAN MAESTRO DEL TPM .....	36
3.1	PLAN MAESTRO DEL PASO DE MANTENIMIENTO PLANEADO EN CONCORDANCIA CON LOS TRES PRIMEROS PASOS DEL PILAR DE MANTENIMIENTO AUTONOMO.....	37
4	SITUACION ACTUAL DE LA GESTION.....	40
5	PROPUESTA DE TAREAS A REALIZAR PARA DARLE DESARROLLO A CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES:.....	43
6	PARA REVERTIR EL DETERIORO Y ABOLIR LOS ENTORNOS QUE CAUSAN EL DETERIORO ACELERADO .....	44
7	PARA CORREGIR LAS DEBILIDADES Y ALARGAR LA VIDA DE LOS EQUIPOS .....	46
8	PARA EVITAR LA REPETICIÓN DE LOS FALLOS .....	49
9	PARA REDUCIR LOS FALLOS DEL PROCESO .....	50
10	SISTEMA DE MEDICIÓN DE LA GESTIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DEL PASO 2 DE MANTENIMIENTO PLANEADO.....	52
10.1	NUMEROS DE FALLAS.....	53
10.2	HORAS DE FALLA.....	54
10.3	MTBF. TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS.....	54
10.4	MTTR. TIEMPO MEDIO PARA REPARAR.....	55
10.5	PORCENTAJE DE TIEMPO IMPRODUCTIVO POR MANTENIMIENTO....	55
10.6	CUMPLIMIENTO DE ORDENES DE TRABAJO.....	56
10.7	GASTOS DE MANTENIMIENTO AL MES.....	56

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
BIBLIOGRAFIA.....	64

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Colorantes para Alimentos.....	13
Figura 2. Pinturas Novaflex.....	14
Figura 3. Jabones y detergentes.....	15
Figura 4. Organigrama de los sistemas de gestión de la compañía.....	19
Figura 5. Relación de los sistemas de gestión de la compañía.....	20
Figura 6. Organigrama proceso de mantenimiento.....	20
Figura 7. Orientación del TPM.....	23
Figura 8. TPM como estratégica de productividad.....	25
Figura 9. Pilares del TPM.....	26
Figura 10. Etapas de los pilares del TPM.....	27
Figura 11. Pasos del pilar de Mantenimiento Autónomo del TPM.....	31
Figura 12. Pasos del pilar de Mantenimiento Planeado del TPM.....	34
Figura 13. Ubicación del fljograma dentro de la metodología del TPM.....	36
Figura 14. Los seis pasos para la creación de un sistema de mantenimiento planeado.....	39

## LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Flujograma del paso 2 del pilar de mantenimiento planeado.....	67
Anexo 2. Master plan pasos 1,2 y 3 de mantenimiento autónomo y el paso 2 de mantenimiento planeado.....	70
Anexo 3. Balance scorecard para el paso 2 del pilar de mantenimiento autónomo.....	71



## INTRODUCCIÓN

En este proyecto, el lector podrá tener un modelo para la implementación del paso dos del pilar de mantenimiento planeado, cómo es la relación y colaboración de éste con el pilar de mantenimiento autónomo, específicamente con los tres primeros pasos de éste; en la metodología TPM ®<sup>1</sup> en una planta manufacturera. Adicionalmente se encontrará la teoría pertinente del tema y todos los aspectos relacionados con un proyecto de este tipo. Los hechos se presentarán en una línea de tiempo, y el proceso de planteamiento para la implantación se mostrará de acuerdo a la realidad de la situación de COLORQUÍMICA S.A.

El desarrollo de este proyecto se dará sobre los siguientes apartados:

Plan maestro y esquema de desarrollo de actividades (flujograma), para la implementación del paso 2 del pilar de mantenimiento planeado en concordancia con el plan maestro del pilar de mantenimiento autónomo en sus tres primeros pasos.

Planes de entrenamientos del pilar de mantenimiento planeado para el mismo pilar y para el pilar de mantenimiento autónomo.

- Diseño de la estructura y conformación para darle desarrollo al paso 2 del pilar de mantenimiento planeado y definir cuales son las relaciones claves para poder darle desarrollo a los pasos 1, 2 y 3 del pilar de mantenimiento autónomo.
- Sistema de medición para evaluar la gestión del paso 2 del pilar de mantenimiento planeado.

---

<sup>1</sup> TPM: Total Productive Maintenance, en adelante como Mantenimiento Productivo Total o Administración Productiva Total. Además TPM es marca registrada del JIPM

COLORQUÍMICA S.A. es hoy un fuerte competidor a nivel nacional, hace presencia en el mercado latinoamericano y ante las actuales exigencias de sus clientes y alta competencia por parte de otras compañías; la necesidad de obtener un mayor beneficio de los recursos y una mayor eficiencia de los activos es un objetivo prioritario. Debido a esto la empresa ha comenzado a vivir un nuevo escenario competitivo conocido como la era de la agilidad y se dirige hacia tácticas y estrategias que le permitan mantener o aumentar sus niveles de productividad, calidad y competitividad, COLORQUIMICA S.A. ha definido el TPM como la herramienta metodológica para darle desarrollo a una estrategia de productividad que le permita enfrentar este nuevo escenario.

El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.<sup>2</sup>

El TPM aplicado a industrias de proceso está conformado por ocho actividades o pilares fundamentales, las cuales son necesarias para llevar a cabo su implementación; que más adelante se nombrarán.

“El mantenimiento planeado y el mantenimiento autónomo son dos de los pilares más importantes en la búsqueda de beneficios en una organización industrial. El propósito del pilar de mantenimiento planeado consiste en mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas y lograr la eficacia y eficiencia en costos; el propósito del pilar de mantenimiento autónomo es llevar a cabo actividades diarias que realizan todos los trabajadores del departamento de producción relacionadas con funciones de mantenimiento, las cuales incluyen inspección, lubricación,

---

<sup>2</sup> SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias de proceso. Madrid: TGP Hoshin. 1995. p. 145. ISBN: 84-87022-18-9.

limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, etc. que conduzcan a mantener la planta operando eficiente y establemente con el fin de satisfacer los planes de producción.”<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias de proceso. Madrid: TGP Hoshin. 1995. p. 1-20. ISBN: 84-87022-18-9.

## 1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

### 1.1 GENERALIDADES<sup>4</sup>

COLORQUÍMICA S.A. fue fundada el 27 de Agosto de 1976 en la ciudad de Medellín, en su totalidad con capital colombiano. Su evolución ha permitido pasar de ser una comercializadora, a una compañía que produce el 80% de los productos comercializados, contando con cinco plantas (tintas y dispersiones, pinturas, pigmentos, resinas y alimentos.) y la colaboración de más de 476 empleados. La calidad de sus productos se ha extendido en América Latina, llegando directamente, o a través de distribuidores.

Ha incursionado en sectores como lo son: productos en aplicaciones industriales de colorantes y auxiliares químicos; colorantes y aditivos para alimentos, farmacéutica y cosméticos; aplicaciones industriales de resinas y pigmentos; pinturas y recubrimientos.

Para el desarrollo de nuevos productos, aplicaciones y comprobación del cumplimiento de las características de calidad, la empresa dispone de siete laboratorios y una planta piloto.

La razón de ser de cada una de sus áreas se define en lo siguiente:

Línea de colorantes y aditivos FD & C:

Es una unidad de negocio enfocada en ofrecer soluciones integrales aplicadas a los sectores atendidos a través de la asesoría técnica; el acompañamiento en la aplicación y desarrollo de los procesos de los clientes.

---

<sup>4</sup> <http://www.colorquimica.com.co/>

Figura 1. Colorantes para alimentos



Mercados que atiende:

Comestibles,

Concentrados para animales.

Cosmética.

Farmacéutica.

Floricultor.

@Colorquimica, 2007

Línea de colorantes y auxiliares químicos:

Produce y comercializa colorantes industriales y auxiliares químicos orientados a suplir las necesidades de la industria.

Mercados que atiende:

- Cueros.
- Estampación.
- Prendas.
- Productores de papel y textil.

Línea de Pinturas:

Tiene a cargo la producción y venta de recubrimientos decorativos, industriales y especiales, que en su mayoría, se comercializan bajo la marca NOVAFLEX ®<sup>5</sup>, con excepción de algunas maquilas que se producen para algunos de sus clientes.

Figura 2. Pinturas Novaflex.



Mercados que atiende:

- Recubrimientos decorativos.
- Recubrimientos especiales.
- Recubrimientos industriales

@Colorquímica, 2007

Línea de Resinas y Pigmentos:

Es una línea integrada por las áreas productivas, investigativas, de aseguramiento de la calidad y comerciales que se encarga de suministrar resinas acrílicas y vinílicas base agua, dispersiones pigmentarias, tintas base agua y base solvente, colorantes líquidos y algunos pigmentos, para el uso en diferentes sectores del mercado.

---

<sup>5</sup> Novaflex ®, es marca registrada de pinturas. Propia de Colorquímica S.A.

Figura 3. Jabones y detergentes.

Mercados que atiende:



- Autoadhesivos
- Bando y aprestos
- Ceras y parafinas
- Construcción
- Convertidores de papel
- Cueros
- Empaques flexibles
- Jabones y detergentes
- Plástico y caucho
- Estampación

@Colorquimica, 2007

Actualmente la organización exporta a países como:

- |                        |             |
|------------------------|-------------|
| • Republica Dominicana | • Perú      |
| • México               | • Ecuador   |
| • Costa Rica           | • Venezuela |
| • Brasil               | • Guatemala |
| • Bolivia              | • Salvador  |
| • Chile                | • Panamá    |

La distribución nacional y local de los productos se hace desde las plantas de producción ubicadas en la Estrella (Antioquia). Además cuenta con tres sucursales en Cali, Bogotá y Venezuela, respectivamente.

La empresa tiene actualmente políticas de calidad y ambientales que le apuntan a cumplir con normas y certificaciones tales como: ISO9000, ISO14000, Buenas

Prácticas de Manufactura, HACCP, BASC.

## 1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS NECESIDADES DE LA EMPRESA

Las empresas de clase mundial, son aquellas que buscan a través de la satisfacción del cliente en la calidad, costo, flexibilidad, confiabilidad e innovación con ser altamente competitiva y productiva<sup>6</sup>. La mayoría de sistemas de calidad, ambientales, de orden y de buenas prácticas que se encuentran en COLORQUIMICA S.A. vienen precisamente de las exigencias que estas empresas hacen a sus proveedores para garantizar que sus productos no estén fuera de especificaciones y que a la vez busquen la conservación del medio ambiente.

Actualmente con la globalización no existen límites y los mercados se ven enmarcados en una competencia mundial. La industria química no es ajena a esta situación, por lo cual buscan optimizar sus recursos y diferenciar sus productos de los de la competencia. Es así como programas de mejoramiento continuo y aseguramiento de la calidad hacen parte integral de los planes corporativos de las organizaciones. Estos programas de mejoramiento antes eran considerados como un valor agregado para el cliente, porque permiten generar una confianza al llevar a un aseguramiento de la calidad; pero actualmente son necesarios para poder hacer presencia competitiva en el mercado.<sup>7</sup>

Para los clientes de COLORQUIMICA S.A., ya es un hecho que las empresas proveedoras tienen que competir muy fuerte, y especialmente en precios, además de tener tiempos de producción y de respuesta más rápidos. Así mismo cada cliente está en la necesidad de buscar nuevos y mayor número de desarrollos, buscar menores cantidades de producción pero en mayor número de referencias,

---

<sup>6</sup> <http://www.dynaware.com.mx/DynaFlash/DF%20-%20ClaseMundial.htm>

<sup>7</sup> GONZALEZ, Juan Esteban y PALACIO, David .Modelo para la implementación de los pasos 1, 2 y 3 del pilar de mantenimiento progresivo de la metodología TPM a partir de la filosofía de 5S: para una empresa de empaques flexibles. Medellín. Universidad EAFIT. 2006. p 11.



además con un ciclo de vida de los productos cada vez es más corto; la exigencia de cumplimiento en la fecha de entrega es hoy también una prioridad, los pedidos justo a tiempo, así como producción para la venta y no para el inventario. Y por otra parte, en la industria química hay que trabajar de la mano con la conservación del medio ambiente, que es una tendencia ya generalizada a nivel mundial.

Por esto es necesario que en las empresas el conocimiento de la misma sea un común denominador en el personal operativo, conocimiento en los procesos, maquinaria, personal, insumos, proveedores y clientes. Y así mismo poseer la capacidad de optimizar cada uno de éstos recursos de la mejor manera, en la que el personal directivo sepa delegar funciones y pasen a desarrollar actividades estratégicas de dirección, administración y proyectos de mejoramiento continuo.

Una vez la empresa define la herramienta del TPM para enfrentar la “era de la agilidad”, ésta herramienta propone cada una de estas actividades y define las etapas en que están compuestas. Cada una de estas actividades debe ser planeada y adaptada de acuerdo a la estructura y cultura organizacional, necesidades y situación de la empresa en particular.

“El pilar de mantenimiento planeado es una de las actividades nucleares de la metodología TPM, y mas importante todavía, es el gran soporte para el pilar de mantenimiento autónomo, ya que entre una de sus funciones está la transmisión de conocimiento técnico hacia los miembros del pilar y hacia los operarios”<sup>8</sup>, como tal, debe ser planificada de acuerdo a la organización en que se vaya a ejecutar, para así lograr con éxito la implementación de este pilar y de la metodología de TPM.

El TPM es una metodología genérica, es decir, dice que se debe hacer, pero no dice cómo se debe hacer, por eso el gran reto de toda organización que decide

---

<sup>8</sup> SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias de proceso. Madrid: TGP Hoshin. 1995. p. 20. ISBN: 84-87022-18-9.

implementar la metodología es materializarla y hacerla realidad. Actualmente en COLORQUIMICA S.A. no existe ninguna relación, ningún beneficio mutuo y complemento entre los pilares de mantenimiento planeado y mantenimiento autónomo. Cada uno de éstos trabaja de forma independiente con lo cual no es posible obtener los beneficios esperados.

### 1.3 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA COMPAÑÍA

La implantación de un sistema de gestión de cualquier tipo es una tarea de gran envergadura para cualquier organización que desee mejorar su actividad empresarial. Sin embargo, una planificación adecuada y el respaldo de la alta dirección pueden facilitar en gran medida este proceso. Para todos los sistemas de gestión, existen algunas herramientas comunes que se pueden utilizar, así como un proceso común que se puede seguir durante la implantación.<sup>9</sup>

Certificada bajo las normas NTC-ISO 9001 y 14001, la empresa cuenta con un sólido Sistema de Gestión Integral, SGI, que le permite mantener estándares de alta calidad a los productos. Los procedimientos seguidos en la compañía, permiten hacer un correcto seguimiento desde la etapa del diseño del producto, el proceso de producción, empaque y distribución. Sin dejar a un lado la seguridad y el compromiso por el medio ambiente.

Los sistemas de gestión que existen dentro de la compañía son:

- Sistema de la Calidad ISO 9001
- Sistema ambiental ISO 14001
- Sistema en Control y Seguridad BASC

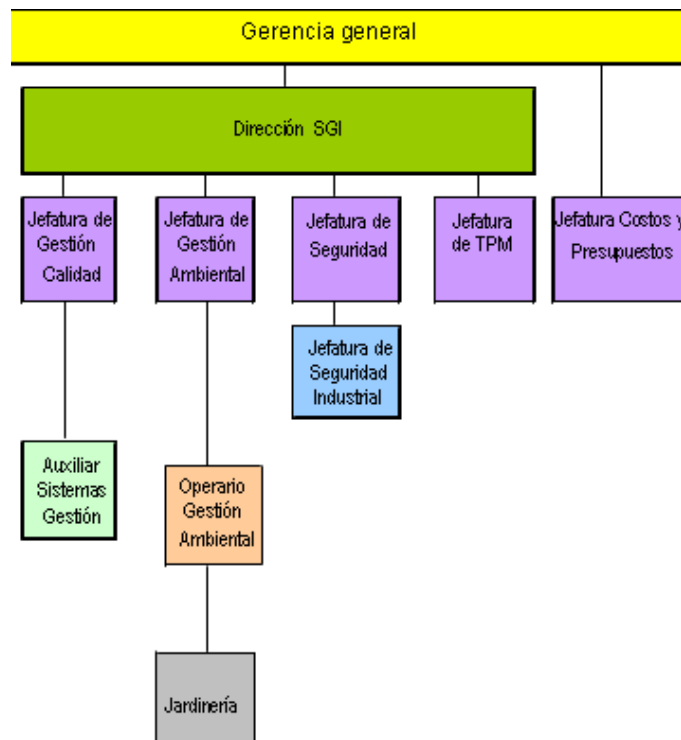
---

<sup>9</sup> <http://www.bsi-spain.com/ImplantacionSistemasGestion/index.xalter>

- Sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control HACCP
- Sistema de buenas prácticas de manufactura BPM

Colorquímica S.A. ha decidido que el TPM sea conducido y dirigido por la dirección del sistema de gestión integral de la empresa, SGI, como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Organigrama de los Sistemas de gestión en la compañía.



Además de ser encaminado bajo la dirección de los sistemas de gestión, es posible visualizar una relación entre el TPM y estos sistemas; pues comparten objetivos de aumentar productividad y calidad en sus plantas. Esta relación se ve más claramente cuando algunas de las actividades de los sistemas de gestión quedan integradas en los pasos de algunos pilares, y es común que por medio del TPM, los sistemas de gestión queden cubiertos en su mayoría. En la figura 5 se

muestran las relaciones entre los pilares del TPM y los sistemas de gestión actuales en la empresa.

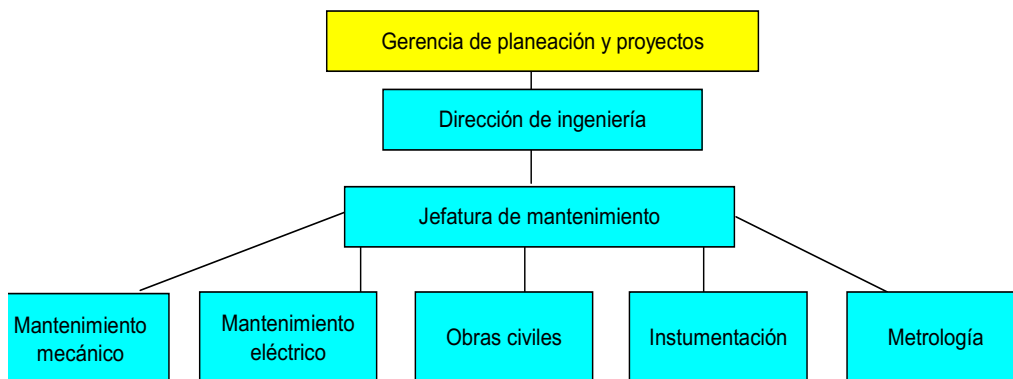
Figura 5. Relación de los sistemas de gestión y los pilares del TPM.

Pilar Sistema	Mtto Autónomo	Mtto Planeado	Mejoras Enfocadas	Educación y Entrenamiento	Mtto de Calidad	Salud, Seguridad y medio ambiente	Eficacia Administrativa	Control Inicial
ISO 14001	X			X	X	X	X	X
ISO 9001	X	X	X	X	X		X	X
BPM	X			X	X			X
BASC	X			X		X	X	
HACCP	X			X		X	X	
5S	X	X	X	X			X	
Auditorias	X	X	X	X	X	X	X	X
Pérdidas	X	X	X	X	X	X	X	X

#### 1.4 PROCESO DE MANTENIMIENTO

El proceso de mantenimiento, en el cual se encuentran agrupados los sub-procesos de mantenimiento mecánico, mantenimiento eléctrico, obras civiles, instrumentación y metrología; tiene como finalidad darle soporte a todo el sistema productivo, cumpliendo con todos los sistemas de gestión ya mencionados. Ver figura 5.

Figura 6. Organigrama proceso de mantenimiento.



Se enfoca en garantizar disponibilidad y confiabilidad de los equipos. Tiene por objetivos evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes respectivos, disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar, evitar detenciones inútiles o para de máquinas, evitar accidentes, evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas, conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación, balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante, alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.<sup>10</sup>

Dentro de la metodología de TPM el pilar de mantenimiento planeado es llevado a cabo por el proceso de mantenimiento de la compañía. Además se basa en dos partes, una parte en el soporte al mantenimiento autónomo del departamento de producción y la otra parte en el especializado del departamento de mantenimiento<sup>11</sup>. Y es dentro de éste proceso donde se planteará el modelo de implementación del paso 2 del pilar de mantenimiento planeado; además de su desarrollo y relación, que permitirá y dará soporte a las tareas que el personal operativo desarrolla en el pilar de mantenimiento autónomo.

---

<sup>10</sup> <http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml>

<sup>11</sup> SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias de proceso. Madrid: TGP Hoshin. 1995. p. 148. ISBN: 84-87022-18-9.

## 2 ESTADO DEL ARTE

### 2.1 ¿QUÉ ES EL TPM?<sup>12</sup>

Mantenimiento Productivo Total es la traducción de TPM (Total Productive Maintenance). El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de “mantenimiento preventivo” creado en la industria de los Estados Unidos.

El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos. El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales. (CEROAVERIAS@, 2007)

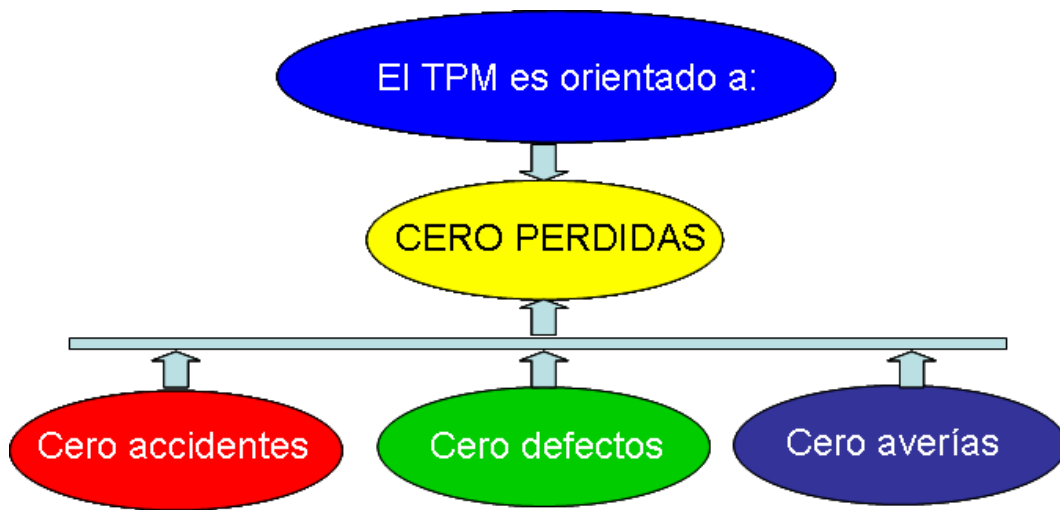
El JIPM<sup>13</sup> define el TPM como un sistema orientado a lograr cero pérdidas. Ver figura 7.

---

<sup>12</sup> <http://www.ceroaverias.com/centroTPM/definiciontpm.htm>

<sup>13</sup> Japan Institute of Plant Maintenance.( Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas)

Figura 7. Orientación del TPM



Fuente: Elaboración propia

Estas acciones deben conducir a la obtención de productos y servicios de alta calidad, mínimos costos de producción, alta moral en el trabajo y una imagen de empresa excelente. No solo debe participar las áreas productivas, se debe buscar la eficiencia global con la participación de todas las personas de todos los departamentos de la empresa. La obtención de las “cero pérdidas” se debe lograr a través de la promoción de trabajo en grupos pequeños, comprometidos y entrenados para lograr los objetivos personales y de la empresa.

Los objetivos que una organización busca al implantar el TPM pueden tener diferentes dimensiones:

- **Objetivos estratégicos:** El proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costes operativos y conservación del “conocimiento” industrial.

- Objetivos operativos: El TPM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.
- Objetivos organizativos: El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato. (CEROAVERIAS@, 2007)

Las características del TPM más significativas son:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo. Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

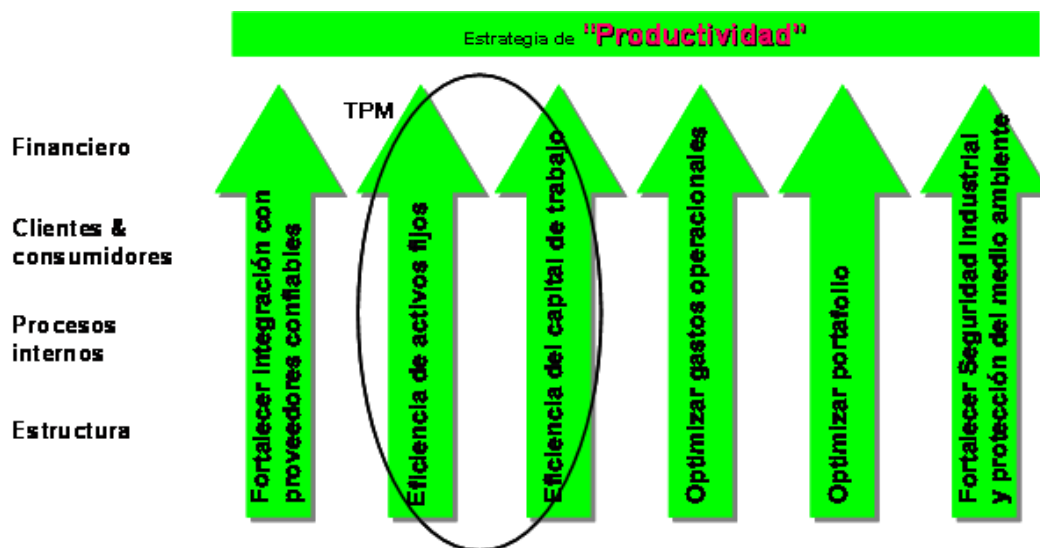


## 2.2 ¿QUÉ ES EL TPM EN COLORQUIMICA S.A.?

Basado en su direccionamiento estratégico, la compañía decide implementar TPM como una de las herramientas que le permita aumentar la productividad en todas sus áreas, desde la gerencia hasta el nivel más básico; ya que además el TPM se agrupa y se cobija bajo un mismo plan de trabajo con los sistemas de gestión.

La empresa tiene dos estrategias, una es la de incrementar y ampliar los segmentos de mercado, y la otra es la de aumentar la productividad donde se encuentra TPM.

Figura 8. TPM como estrategia de productividad.

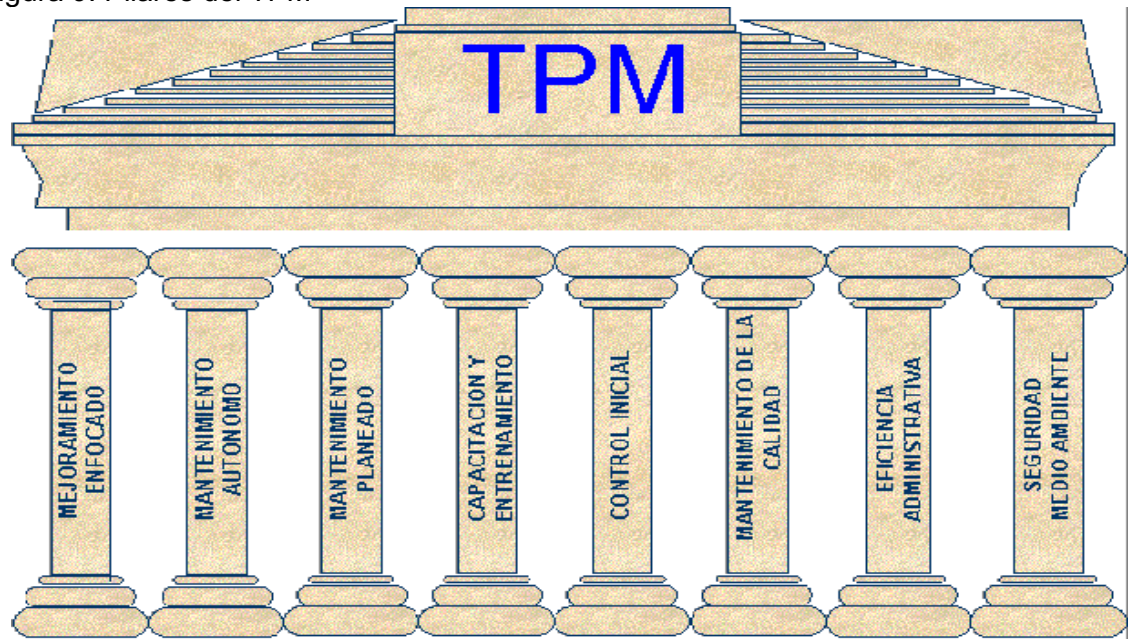


Fuente: David Palacio, Jefe de TPM en Colorquímica S.A.

## 2.3 PILARES DEL TPM

La metodología TPM tiene su fundamento y soporte a través de ocho pilares o actividades nucleares, con los cuales se ha comprobado que rinden resultados excelentes cuando son realizados apropiadamente.

Figura 9. Pilares del TPM <sup>14</sup>



Los pilares o procesos fundamentales del TPM sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los pilares considerados como necesarios para el desarrollo del TPM son implementados en dos etapas: en la primera etapa son introducidos los cuatro primeros pilares de manera simultánea y en la segunda etapa los cuatro restantes, sumándose a los cuatro primeros.

---

<sup>14</sup> Tomada de Presentación Power Point, ing. Evelio Montoya, Universidad EAFIT, 29 Julio 2005

Figura 10. Etapas de los pilares del TPM



Tomada de GONZALEZ, Juan Esteban y PALACIO, David. Modelo para la implementación de los pasos 1, 2 y 3 del pilar de mantenimiento progresivo de la metodología TPM a partir de la filosofía de 5S: para una empresa de empaques flexibles. Medellín. Universidad EAFIT. 2007. p 30.

A continuación se da una breve explicación de cada uno de los pilares del TPM, y se hará más énfasis en los pilares de mantenimiento planeado y mantenimiento autónomo que son los pilares tratados en éste proyecto de grado.

### 2.3.1 Pilar Mejoras Enfocadas

Las mejoras enfocada, o también llamadas mejoras orientadas son actividades que se desarrollan individualmente o con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto maximizar la efectividad global de equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado individualmente o en equipos interfuncionales, empleando metodología específica y concentrando su atención en la eliminación de los desperdicios que se presentan en las plantas industriales.

### 2.3.2 Pilar Mantenimiento de Calidad

Es una estrategia de mantenimiento que tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el "cero defectos" es factible. Las acciones del Mantenimiento de Calidad buscan verificar y medir las condiciones "cero defectos" regularmente, con el objeto de facilitar la operación de los equipos en la situación donde no se generen defectos de calidad.

Lo importante no es mantener en funcionamiento el equipo (se supone que es altamente fiable gracias a otros pilares TPM). Se trata de mantener los más altos estándares de calidad del producto controlando las condiciones de los elementos y sistemas de la maquinaria. El control de calidad en proceso se concentra en este, mientras que el Mantenimiento de Calidad se concentra en las condiciones de la maquinaria.

### 2.3.3 Pilar Salud, Seguridad y Medio Ambiente

Este pilar, también llamado como creación de un entorno seguro y grato, tiene como propósito mejorar las condiciones de una fábrica en relación con la disminución de riesgos potenciales de accidentes y efectos negativos al medio ambiente.

La eliminación de accidentes y poluciones son requerimientos obligatorios para lograr una satisfactoria implementación del TPM. Este pilar se aprovecha de otras actividades como las 5S<sup>15</sup> para eliminar fugas, derrames y errores humanos.

---

<sup>15</sup>Las 5S son la base de los procesos de mejora de la productividad en las áreas de trabajo. Para mayor información ir al libro ALVAREZ LAVERDE, Humberto. Estrategia de las "5S". Pág. 62

#### 2.3.4 Pilar Educación y Formación

Este pilar, también llamado educación y entrenamiento, considera todas las acciones que se deben realizar para lograr y elevar altos niveles de las prácticas de gestión y el nivel técnico de cada individuo involucrado. Estas acciones incluyen requerimientos del crecimiento tecnológico y la capacitación al personal, estableciendo sistemas de formación entrenamiento para lograr maximizar el potencial de cada empleado.

#### 2.3.5 Pilar Control Inicial

Este pilar, también llamado como gestión temprana, actúa durante la planificación y construcción de los equipos de producción. Para su desarrollo se emplean métodos de gestión de información sobre el funcionamiento de los equipos actuales, acciones de dirección económica de proyectos, técnicas de ingeniería de calidad y mantenimiento. Este pilar es desarrollado a través de equipos para proyectos específicos. Participan los departamentos de investigación, desarrollo y diseño, tecnología de procesos, producción, mantenimiento, planificación, gestión de calidad y áreas comerciales.

#### 2.3.6 Pilar TPM en departamentos administrativos y de apoyo

Las actividades en los departamentos administrativos y de apoyo, también llamado eficacia administrativa, no involucran al equipo de producción. Más bien, estos departamentos incrementan su productividad documentando sus sistemas administrativos y reduciendo su desperdicio y pérdidas. Puede ayudar a elevar la eficacia del sistema de producción mejorando cada tipo de actividad organizada que la apoye. (CEROAVERIAS @, 2007)

### 2.3.7 Pilar de Mantenimiento autónomo<sup>16</sup>

El Mantenimiento autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios. Los operarios deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera. De aquí la importancia del personal de mantenimiento para la transmisión de este conocimiento.

Los objetivos fundamentales del mantenimiento autónomo son:

- Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.
- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo.
- Mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo a los estándares se evite el deterioro del equipo.
- Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador.
- Construir y mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y rendimiento pleno.
- Mejorar la seguridad en el trabajo.
- Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador.

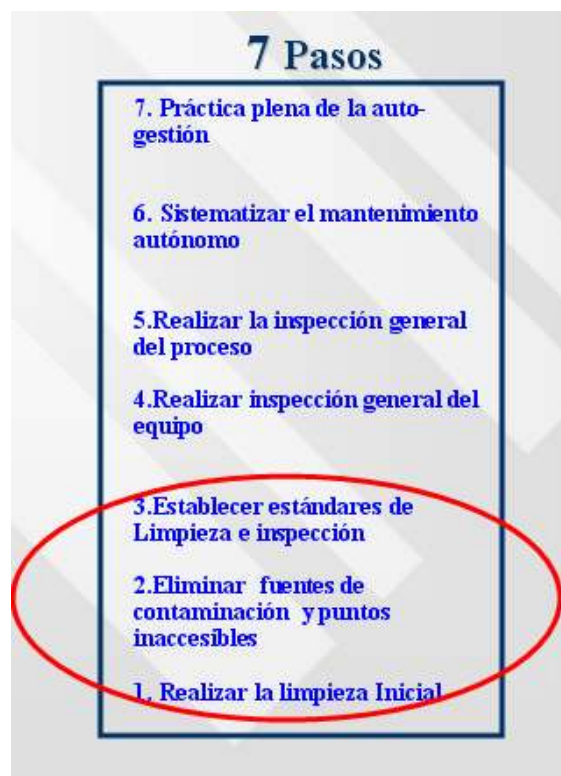
---

<sup>16</sup> SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias de proceso. Madrid: TGP Hoshin. 1995. p. 148. ISBN: 84-87022-18-9. p 87.

- Mejora de la moral en el trabajo.

Al igual que los demás pilares, estos se llevan a cabo de manera secuencial y ordenada. El pilar de mantenimiento autónomo se lleva a cabo en siete pasos, pero la relación que trata este proyecto se dará sólo con los sus primeros pasos. Ver figura 11

Figura 11. Pasos del pilar de mantenimiento autónomo del TPM



Tomada y adaptada de Presentación Power Point, ing. Evelio Montoya, Universidad EAFIT, 29 Julio 2005

### Paso 1. Realizar la limpieza inicial.

El objetivo del Paso 1 de mantenimiento autónomo es elevar la fiabilidad del equipo a través de tres actividades:

- Eliminar el polvo, la suciedad y los desechos: con una limpieza profunda los operadores al tocar cada parte del equipo aumenta su interés en él y su resolución para que no se ensucie de nuevo. Esta actividad necesita de la ayuda técnicos de mantenimiento, ya que los operarios necesitan saber qué partes de la máquina se pueden limpiar y con que elementos se pueden limpiar.
- Descubrir las anomalías: Donde detectan fallas, irregularidades, fisuras, en fin, cualquier condición que pueda derivar en otros problemas; pero para esto también necesitan ayuda de personal de mantenimiento y producción para que puedan comprender que es una anomalía y lo que no es una anomalía.
- Corregir pequeñas deficiencias y establecer las condiciones básicas del equipo: Las deficiencias como juego excesivo, desgaste, deformación y corrosión deben ser corregidas tan pronto se detectan, unas de éstas actividades las podrán realizar los operadores y otras personal especializado de mantenimiento

### Paso 2. Eliminar las fuentes de contaminación y puntos inaccesibles.

Durante el paso 2 los operadores ya poseen la habilidad de crear mejoras eficaces, es decir se vuelven conscientes de la necesidad de realizarle mejoras al equipo. El objetivo del paso 2 es reducir los tiempos de limpieza, chequeo y lubricación introduciendo dos tipos de mejora:



- Identificar y eliminar las fuentes de fugas y derrames: desde el punto de la mantenibilidad del equipo, la calidad y el entorno es inexcusable no controlar fugas, derrames dispersión de polvos, vapores y líquidos corrosivos.
- Mejorar la accesibilidad para reducir el tiempo de trabajo: Es importante eliminar o mejorar las áreas de difícil acceso del equipo, ya sea para tareas de mantenimiento o de operación del equipo. Así se reducen los tiempos de limpieza, operación y de mantenimiento, como lo es la lubricación.

### Paso 3. Establecer estándares de limpieza e inspección.

El objetivo de este paso es garantizar el mantenimiento de los logros obtenidos en los pasos 1 y 2, esto es, asegurar el mantenimiento de las condiciones básicas y de la situación óptima del equipo. Para lograr esto, los grupoide operarios deben garantizar los procedimientos de limpieza e inspección y asumir la responsabilidad de mantener su propio equipo.

Es importante que al momento de preparar éstos estándares y puntos de chequeo, se tenga en cuenta la motivación y participación del personal operativo; ya que el personal nunca seguirá apropiadamente los estándares mientras la dirección practique un estilo de mando coercitivo donde: “nosotros establecemos los estándares, tú los obedeces”. Estos estándares deben estar conformados por elementos de inspección, puntos clave, métodos, herramientas, tiempos, frecuencias y responsables.

### 2.3.8 Pilar de mantenimiento planeado o planificado.

“El mantenimiento planificado normalmente se establece para lograr dos objetivos: mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas y lograr la eficacia y la eficiencia en costes” (Suzuki, 1995, 145).

Para que el desarrollo del pilar de mantenimiento planeado sea llevado a cabo de manera eficaz y ágil, es necesario desarrollar sus actividades de forma ordenada y secuencial. Estas actividades, también conocidas como pasos, facilitan la preparación y se enfocan en el logro de los objetivos del pilar.

Figura 12. Pasos del pilar de mantenimiento planeado del TPM



Tomada de Presentación Power Point, ing. Evelio Montoya, Universidad EAFIT, 29 Julio 2005

Paso 2 del pilar de mantenimiento planeado: Revertir el deterioro y corregir debilidades.

Busca apoyar las actividades de mantenimiento autónomo de los operarios, restaurando el deterioro acelerado, corrigiendo las debilidades de diseño y restaurando el equipo hasta su condición óptima, lo cual comprende:

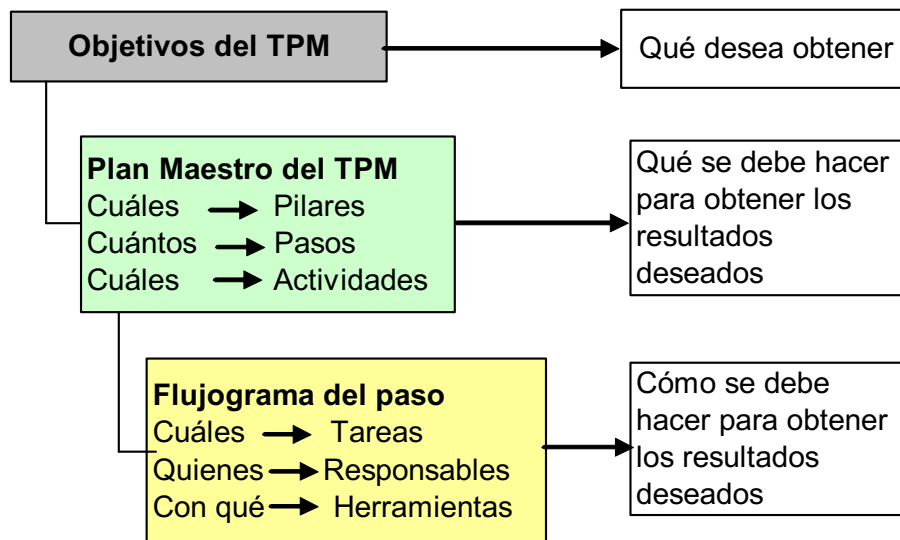
- Establecer condiciones básicas (apoyo a Mantenimiento Autónomo).
- Poner en práctica actividades de mejora enfocada para corregir debilidades y ampliar los períodos de vida.
- Tomar medidas para impedir la ocurrencia de fallas similares.
- Introducir mejoras para reducir las fallas de proceso.

### 3 PLAN MAESTRO DEL TPM

Un plan maestro de TPM en general, es un desglose de actividades que describen en qué fase y en qué momento se lleva a cabo su implementación para lograr los objetivos propuestos. Para darle desarrollo a estas actividades se plantean unas tareas específicas que son las que se realizan y contribuyen a que cada una de las actividades se cumpla.

Para cada uno de los pasos, de cada uno de los pilares se tiene un flujograma, que cuenta con las tareas, con la definición de los responsables y las herramientas para darle desarrollo a las mismas. Además, en el tiempo se determina cuándo y en que orden se debe realizar cada tarea. Ver figura 13.

Figura 13. Ubicación de flujograma dentro de la metodología del TPM



Tomada y adaptada de GONZALEZ, Juan Esteban y PALACIO, David .Modelo para la implementación de los pasos 1, 2 y 3 del pilar de mantenimiento progresivo de la

metodología TPM a partir de la filosofía de 5S: para una empresa de empaques flexibles. Medellín. Universidad EAFIT. 2007. p 58.

En el anexo 1 se propone un modelo de flujograma en el que se integran las tareas y las relaciones de apoyo y complemento entre el paso 2 de mantenimiento planeado y los tres primeros pasos del mantenimiento autónomo.

Es importante recalcar que para la realización de un plan maestro la empresa ha de “reflexionar y decidir sobre los modos más eficientes de cubrir los desfases entre la situación de partida y los objetivos”. Además de lo anterior, las actividades que componen un plan maestro, “necesitan de presupuestos y de orientaciones claras, y así mismo deben supervisarse apropiadamente”. (Suzuki, 1995, 12).

En la actualidad, la empresa cuenta con un plan maestro general de la implementación del TPM, en el que se encuentran como actividades principales cada uno de los pilares; y a su vez cada pilar debe tener su propio plan maestro donde las actividades son propias de cada uno. Es importante que un plan maestro a parte de guiar, permita medir el porcentaje de avance y de cumplimiento de las actividades plasmadas, así mismo que se pueda observar el peso que tiene cada actividad sobre el objetivo general.

### 3.1 Plan maestro del paso 2 de mantenimiento planeado, en concordancia con los tres primeros pasos del pilar de mantenimiento autónomo

Los pilares del TPM se desarrollan bajo un enfoque de paso a paso, que tiene como ventaja que los resultados se acumulan conforme se despliegan las actividades y se refuerzan y se contrastan entre sí como parte integral del programa. Ver anexo 2

El objetivo central del paso 2 del pilar de mantenimiento planeado el cual recibe el nombre de “Revertir el deterioro y corregir las debilidades”, es el de darle apoyo a

los pasos del 1 al 3 del pilar de mantenimiento autónomo, que se hace ayudando a restaurar el deterioro acelerado, a corregir las debilidades del diseño y llevando al equipo hasta su condición óptima. (Suzuki, 1995,168).

Los seis pasos para la creación de un sistema de mantenimiento planeado, con el objetivo de eliminar los fallos, se describen en cuatro fases en un trabajo conjunto entre producción y mantenimiento. Es importante ver por ejemplo que en la primera fase se encuentran agrupados los tres primeros pasos del pilar de mantenimiento autónomo y los dos primeros del pilar de mantenimiento planeado, aunque el primer paso de este pilar se puede desarrollar a parte y solo le pertenece al personal de mantenimiento Ver figura 14.

Figura 14. Los seis pasos para la creación de un sistema de mantenimiento planeado.

FASE	1 Estabilizar los intervalos entre fallos	2 Alargar la vida de los equipos	3 Resaturar periódicamente el deterioro	4 Predecir y ampliar la vida del equipo	
Mantenimiento autónomo	Paso 1: Realizar la limpieza inicial. Paso 2: Mejorar las fuentes de contaminación y lugares innacesibles. Paso 3: Establecer estándares de limpieza y chequeo	Paso 4: Realizar la inspeccion gerenal del equipo	Paso 5: Realizar la inspeccion general del proceso	Paso 6: Sistematizar el mantenimiento autónomo. Paso 7: Práctica plena de la autogestión	
Mantenimiento especializado	Paso1: Evaluar el equipo y comprender la situación de partida				Paso 6 : Evaluar el sistema de mantenimiento planificado
	Paso 2: Restaurar el deterioro y corregir las debilidades (apoyar al mantenimiento autónomo y prevenir recurrencias).		Implantar el mantenimiento correctivo		
		Paso 3: Crear un sistema de gestión de la información	Establecer el mantenimiento periódico		
			Paso 4: Crear un sistema de amntenimiento periódico		
				Paso 5: Crear un sistema de mantenimiento predictivo	

Tomada y adaptada de <sup>1</sup> SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias de proceso. Madrid: TGP Hoshin. 1995. p. 148. ISBN: 84-87022-18-9. p 160.

Este trabajo en conjunto, la combinación de los mantenimientos autónomo y planeado, dice Suzuki, es la relación y la manera en que se pueden lograr resultados significativos; el departamento de mantenimiento no puede lograr las cero averías solamente con el mantenimiento planeado, ni tampoco producción puede lograrlo solamente con el mantenimiento autónomo<sup>17</sup>

Las actividades del paso 2 de mantenimiento planeado son las siguientes:

1. Establecer condiciones básicas, revertir el deterioro y abolir los entornos que causan deterioro acelerado (apoyar el mantenimiento autónomo).
2. Poner en práctica actividades de mejora enfocada para corregir debilidades y ampliar los periodos de vida.
3. Tomar medidas para impedir la ocurrencia de fallos idénticos o similares.
4. Introducir mejoras para la reducción de los fallos de proceso.

---

<sup>17</sup> SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias de proceso. Madrid: TGP Hoshin. 1995. p. 148. ISBN: 84-87022-18-9. p 160.

#### 4 SITUACION ACTUAL DE LA GESTION

Después de haber analizado el proceso de desarrollo del primer paso de mantenimiento autónomo se presentan unas observaciones que sirven de antemano al modelo de implementación del paso 2 de mantenimiento planeado.

- En general, el personal operativo carece de conocimiento del funcionamiento del equipo; los operarios saben cómo se opera el equipo pero no saben como funciona. Por ejemplo no saben cómo se mueven las partes, como giran y el porqué de las cosas.
- El personal operativo toma conciencia de que hay que mejorar y ser productivos cada día más, pero en muchas ocasiones se sienten solos y perdidos en el camino.
- Durante la realización de sus tareas en el paso 1 de mantenimiento autónomo, como proponer mejoras al equipo y la realización de las LUPS<sup>18</sup>, se nota en una parte del personal que las tareas se llevan a cabo sin la satisfacción personal, y no con todo el convencimiento.
- Debido a que en un principio el conocimiento que se debe adquirir debe ir relacionado al equipo, el personal de mantenimiento es parte importante en cuanto a ésta transmisión de conocimiento, pero en general este recurso no ha realizado labor alguna para contribuir a esto.
- No existe entendimiento en cuanto a la relación clara, de tareas y funciones a realizar entre el personal de mantenimiento y el personal operativo. El

---

<sup>18</sup> LUP, Lección en un punto. Herramienta eficiente para la enseñanza y entrenamiento en un tema específico; debe ser corta, gráfica, precisa, hecha en papel y que se pueda enseñar en el puesto de trabajo. Para este caso esta LUP es realizada por el personal de mantenimiento.



personal de producción no ve la importancia del mecánico en su equipo, y el personal de mantenimiento tampoco tiene claro como debe contribuir al logro de los objetivos de paso uno y paso dos.

- Cuando el pequeño equipo se reúne, el mecánico muchas veces desconoce a quién debe visitar y acompañar, y qué debe realizar, esto por la falta de claridad en sus funciones en el pequeño equipo.
- Muchas veces el personal operativo se queja por la no presencia del mecánico para realizarle preguntas y corregir defectos, pero por otro lado el personal de mantenimiento dice que asiste a las reuniones y que el personal operativo no los necesita para nada.
- El personal de mantenimiento se enfoca a realizar las tareas asignadas por su departamento y no involucra al personal operativo para que aprenda de sus labores.
- Cuando ocurre una falla en el equipo, el personal operativo se olvida del equipo y no demuestra interés por saber cuál fue la causa del fallo y qué va pasar con el equipo.
- No se realizan estudios ni análisis de las fallas.
- No hay implementados indicadores de mantenimiento a nivel internacional, como lo son MTTT<sup>19</sup> y MTBF<sup>20</sup>, entre otros.
- Falta mayor receptividad por parte del personal de mantenimiento hacia el personal de producción.

---

<sup>19</sup> MTTR. Mean Time To Repair. Traducido como Tiempo Medio para Reparar.

<sup>20</sup> MTBF. Mean Time Between Failures. Traducido como Tiempo Medio Entre Fallas.

- La gerencia tiene el total compromiso y aporta el mayor apoyo para el desarrollo de la metodología, mas sin embargo los jefes de planta y los supervisores no presentan igual nivel de compromiso.

## 5 PROPUESTA DE TAREAS A REALIZAR PARA DARLE DESARROLLO A CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES:

Primero que todo, como fundamental en este paso y para todas las actividades se recomienda que un miembro de mantenimiento, sea mecánico, electricista o instrumentista esté siempre acompañando al pequeño equipo (PET<sup>21</sup>) de manera permanente y en cada una de sus sesiones de trabajo, para que sea un guía y transmisor de conocimiento constante. Se recomienda que la rotación de turno y de personal de mantenimiento y producción se haga al mismo tiempo para que así el personal de mantenimiento asista siempre al mismo equipo y en el turno en el que se encuentre. Además, que esta persona se encargue de eliminar defectos que el personal operativo no es capaz de solucionar, ser un motivador para que se propongan mejoras al equipo, enfatizadas a corregir debilidades y a alargar la vida útil de éste y también que se haga miembro del equipo para aumentar también su interés y moral.

---

<sup>21</sup> PET. Pequeño Equipo de Trabajo. El TPM se desarrolla a través de la participación de todos, pero en pequeños equipos. Para mayor información ir a SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias de proceso. Madrid: TGP Hoshin. 1995. p. 148. ISBN: 84-87022-18-9. p 351.

## 6 PARA REVERTIR EL DETERIORO Y ABOLIR LOS ENTORNOS QUE CAUSAN EL DETERIORO ACELERADO

Se recomienda que la persona de mantenimiento que hace parte del equipo trate inmediatamente los deterioros que descubra el personal de producción y que no puedan resolver por si solos. Conocer el funcionamiento del equipo por parte del personal de producción, es de vital importancia para un buen logro de los objetivos, este conocimiento puede ser dado por el personal de mantenimiento por medio de una LUP, así mismo preparar y enseñar una cada vez que se repare un defecto. Para abolir los entornos que causan deterioro de los equipos, el personal de mantenimiento debe estar en constante comunicación con el personal operativo, y ésta debe componerse de consejos hacia los operarios sobre cómo aprender a atacar las fuentes de contaminación, puntos difíciles de inspeccionar y lubricar; así mismo debe incluir consejos de cómo realizar chequeos, apretados y manipulaciones al equipo. Para esto se recomienda que cuando el mecánico este llevando a cabo trabajos de eliminación de fuentes de contaminación, puntos de difícil acceso y mantenimiento relacionados con éstas tareas, siempre haya presencia de personal operativo. Es vital como elemento de soporte y constancia, que todos los temas y las tareas queden plasmados dentro del libro de actas que manipula los pequeños equipos.

Estas tareas, para lograr el objetivo del paso 2 del pilar de mantenimiento planeado, convierten al mecánico en un maestro; además que complementan, apoyan y refuerzan las tareas que deben realizar los operarios en los tres primeros pasos del pilar de mantenimiento autónomo; especialmente a los pasos uno y dos. Con éstas tareas desarrolladas de forma ordenada, cronológicamente repetitivas y estables, el personal de producción estará en capacidad física y mental de identificar cuáles son las condiciones básicas del equipo y su importancia (lubricación, ajustes y limpieza), y cuándo se presenta una anomalía en éste;

estará en capacidad de señalar las partes más importantes a mantener limpias y de explicar y comprender que la limpieza es inspección.

Los entrenamientos que se recomiendan a dar durante el paso 2 de mantenimiento planeado para contribuir al cumplimiento de los objetivos de esta actividad son:

- Con ayuda del pilar de formación y entrenamiento, una capacitación al personal de mantenimiento en cuanto a la forma y metodología de enseñanza, ya que el personal de mantenimiento sabe reparar pero no sabe enseñar.
- Como temas de entrenamiento, para los miembros del pilar de mantenimiento planeado, incluyendo los mecánicos, eléctricos e instrumentistas se recomienda que por parte del jefe de mantenimiento mecánico se lleve a cabo un entrenamiento en cuanto al funcionamiento del equipo y que este sea desplegado a los pequeños equipos de trabajo.
- Por parte de la oficina de TPM, en tarea conjunta con mantenimiento se recomienda realizar una serie de entrenamientos para el personal de producción y de mantenimiento en cuanto a LUP'S, defectos, lubricación, manejo de herramientas y limpieza del equipo; algunos de estos temas el personal de mantenimiento lo tienen mas claro pero su labor será la de reforzar estos conocimientos en el personal de los pequeños equipos de trabajo.

## 7 PARA CORREGIR LAS DEBILIDADES Y ALARGAR LA VIDA DE LOS EQUIPOS

“Puede suceder que los equipos aparte de deterioro acelerado, también sufra por debilidades que vienen desde la etapa del diseño, fabricación o instalación”(Suzuki, 1995,169). Por eso se hace necesario que tanto, en primera instancia, el personal de mantenimiento se encuentre en capacidad de detectar fallos, estudiarlos y después corregirlos. Para estas tareas se recomienda hacer uso de las técnicas FMECA<sup>22</sup> y el análisis PM<sup>23</sup>. El análisis PM es recomendado para tratar pérdidas que provienen de una variedad de causas complejas, interrelacionadas y problemas que se resisten a repetidos intentos de solución por otros métodos; y se tratan en función de sus principios físicos; llevado a cabo por un grupo interdisciplinario, y además requiere de conocimiento de ingeniería para poder desarrollarse.

El FMECA parte del concepto de que ya se conocen las fallas reales y potenciales, se sabe de los modos de fallas en que se pueden presentar y se tiene un perfecto dominio de todas las funciones principales y auxiliares de los elementos o máquinas a evaluar con el procedimiento. (Mora, 2006, 212). Al igual que el PM, también requiere de conocimiento de ingeniería.

Para realizar cualquier técnica de análisis de fallas se recomienda conformar grupos caza fallas (GCF) que esta conformado por varias personas de todos los niveles jerárquicos (verticales) de la organización y con representación de la

---

<sup>22</sup> Failure Mode, Effects Causes and Criticality Analysis – Análisis de los Modos, los Efectos, las Causas y las Criticidades de las Fallas. Para mayor información consultar en Mora, Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios. Medellín. 2005. ISBN: 958-33-8218-3. p 199.

<sup>23</sup> P de physique, es decir físico; y M de Machine, es decir de máquina. Para mayor información consultar SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias de proceso. Madrid: TGP Hoshin. 1995. ISBN: 84-87022-18-9. p 60.

mayoría de áreas de la empresa como producción, mantenimiento, ingeniería, compras, calidad, etc. (Mora, 2006, 204). Se recomienda añadir un líder mas al pequeño equipo, que tenga como nombre líder de eliminación de fallas; que se encargue de los registros de las fallas y de extenderlos a sus compañeros.

Estos métodos, en general van dirigidos en ser un proceso sistemático para la identificación de las fallas reales y potenciales del equipo con el propósito de eliminarlas o de minimizar el riesgo asociado a las mismas.

Además hay que tener presente que se debe de contar y disponer con tiempo para poder llevar a cabo las metodologías de análisis de fallas, es muy común que en las empresas que no desarrollan ninguna de estas técnicas, al momento de encontrar las causas raíz, escasamente llegan a encontrar algunas causas básicas; y la disposición del tiempo se convierte en una excusa y barrera para no utilizar ninguna técnica.

Una vez el personal de mantenimiento, sea jefe de mantenimiento y jefe de mantenimiento mecánico conocen y aplica estas técnicas, éste conocimiento debe pasar a su personal encargado, y una vez lo manejen, sea transmitido al personal de producción para que aprendan a usarla y hagan parte de ellas.

Así se contribuye a que en el equipo no ocurran fallos inesperados que acaben con los beneficios y esfuerzos que le da el personal de producción al equipo en sus tareas de mantenimiento planeado. Además con estas tareas se aumenta la fiabilidad de lo equipos y se estimula al personal para que genere ideas de mejora, y se va creando un pensamiento estructurado y lógico que es el que se utiliza para practica de la solución de los problemas. Todo esto es muy valioso cuando en los tres primeros pasos de mantenimiento autónomo donde es vital el entendimiento de realizar estándares de limpieza; cuando el equipo es liberado de fallas o se realizan análisis para reducirlas, se cuenta ya con un conocimiento e interés total

por el equipo y se sostienen las condiciones básicas de este. Además que el personal se dedica a inspeccionar y establecer estándares en el equipo.

Para esta actividad se recomienda llevar a cabo los siguientes entrenamientos:

- Por parte de la oficina de TPM, debido a la especialidad del tema, se recomienda buscar una entidad o persona con vasta experiencia en herramientas de análisis de fallas, como FMECA y PM, entre otros; que dicte un entrenamiento para el personal del pilar de mantenimiento planeado incluyendo a los mecánicos, eléctricos, instrumentistas, incluyendo personal de producción y personal administrativo. Una vez el personal comprende la metodología, se recomienda que también con asesoría se conformen grupos caza fallas, se realice una prueba piloto y después se ponga en marcha esta herramienta.



## 8 PARA EVITAR LA REPETICIÓN DE LOS FALLOS

Es importante que dentro del uso de las técnicas de análisis de fallos se piense siempre llegar hasta la causa raíz de ellos, ya que muchas veces las causas de los problemas provienen de combinaciones de factores que probablemente no se alcancen a percatar de ellos durante este análisis. Además de esto se recomienda que para contribuir a la no repetición de los fallos, exista excelente comunicación primordialmente por parte del personal de mantenimiento para anunciar fallos similares en equipos similares en las distintas plantas de la empresa, tanto al personal de mantenimiento como al de producción.

También se recomienda que haya un soporte escrito<sup>24</sup>, donde se plasmen, en un trabajo conjunto de producción y mantenimiento, los pasos del método de análisis de fallas que se utilizan, esto para que el interés por conocer que pasó con el equipo antes, durante y después de la falla, aumente considerablemente, además ayuda a que las fallas no se repitan ya que se tiene un conocimiento previo de estas.

Para evitar la repetición de los fallos se recomienda realizar un entrenamiento en técnicas para el análisis de causa raíz, primordialmente para el personal de mantenimiento e ir involucrando de a poco al personal de los pequeños equipos de trabajo.

---

<sup>24</sup> Para mayor información consultar en Mora, Luis. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios. Enfoque Sistemático Kantiano. Medellín 2005. pg 206. ISBN 958-33-8218-3

## 9 PARA REDUCIR LOS FALLOS DEL PROCESO

Que son combinaciones de factores de proceso y equipo tales como corrosión, fisuras, fugas, obstrucciones, cambios de propiedades de materias primas, etc. Se propone que el personal de producción comprenda con precisión el proceso que se realiza, igualmente con la ayuda de la persona de mantenimiento, que sepa chequear los instrumentos de medida y control, que el operador del equipo conozca y haya estudiado fallos anteriores en él, que se tenga para esto un informe en el que pueda plasmar todo lo visto antes, durante y después del fallo, y hacer parte del grupo que realiza análisis de fallo.

“Un enfoque básico para reducir los fallos de proceso es seleccionar el sistema de mantenimiento más apropiado para cada equipo y componente funcionalmente importante.” (Suzuki, 1995, 172). Por esto se recomienda se haga un análisis mas profundo acerca del mantenimiento que se lleva en la empresa, con el fin de tener programas de mantenimiento mas óptimos, eficientes y que permitan ver claramente una reducción de pérdidas.

Los entrenamientos a dictar son:

- Entrenamiento en instrumentos de medida y control; funcionamiento, objetivos, calibración y modo de lectura. Este se recomienda sea dictado por parte de los mecánicos, instrumentistas y eléctricos hacia los pequeños equipos de trabajo.
- Se recomienda realizar un entrenamiento en el conocimiento de los procesos, que se lleve a cabo por parte de investigación y desarrollo y producción; en este se puede incluir materias primas y características del proceso. Este entrenamiento debe realizarse en primera instancia para el personal de los pequeños equipos y después deberá incluir al personal de

mantenimiento para llegar a formar una cohesión entre mantenimiento y producción.

## 10 SISTEMA DE MEDICIÓN DE LA GESTIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DEL PASO 2 DE MANTENIMIENTO PLANEADO.

Es claro que las contribuciones del TPM a los objetivos y políticas de la empresa deben estar previamente establecidas y que los objetivos del TPM deben estar integrados con los objetivos generales de la empresa. Una vez éstos objetivos se comunican a todo el personal, se definen prioridades y enfoques para lograrlos; y periódicamente se deben evaluar los resultados de las actividades.

Los indicadores de eficacia del TPM pueden clasificarse en siete tipos: gestión, eficacia de la planta, calidad, ahorro de energía, mantenimiento, salud seguridad y entorno y finalmente, entrenamiento y moral (Susuki, 1995, 363).

Con el fin de dirigir y evaluar el desempeño del paso 2 de mantenimiento planeado se recomienda una herramienta llamada balance scorecard<sup>25</sup>, que incluye la medición de apartados importantes que abordan en términos generales las perspectivas y objetivos de la implementación del paso 2 de planeado.

Este scorecard se recomienda, sea lo más gráfico posible, y éste se compone de varias partes como lo son: un indicador, que es una magnitud o expresión cuantitativa del comportamiento de una variable, que pertenece en este caso a mantenimiento y que finalmente es lo que se quiere medir y controlar; una fórmula o modelo de cálculo con el que se halla; una unidad de medida para el indicador y el espacio para llenarlo, y un responsable de tomarlo y plasmarlo. Se recomienda que éste sea evaluado mensualmente para así tener más control y poder tomar decisiones a mediano y largo plazo como por ejemplo establecer metas y estrategias para aumentar o disminuir la magnitud del indicador cual fuera el caso. Ver Anexo 3

---

<sup>25</sup> Scorecard. Traducido y conocido como Cuadro de mando integral.

Los indicadores que hacen parte del balance scorecard corresponden y se relacionan con los indicadores de mantenimiento a nivel internacional; enfocados especialmente a los objetivos del paso 2 de mantenimiento planeado y pretenden evaluar las tareas y desarrollo tanto del paso 2 de planeado y su relación con los tres primeros pasos de mantenimiento autónomo, y los más relevantes se describen a continuación:

#### 10.1 Número de fallas

Una falla es la terminación o degeneración de la propiedad de un elemento para realizar su función, esto incluye falla completa, falla parcial, falla que se encuentra durante la realización de tareas de mantenimiento, fallas en aparatos de seguridad o elementos de control y monitoreo. No se estima como falla la realización de tareas planeadas de mantenimiento ni la interrupción de la funcionalidad de un elemento o máquina causada por un factor externo y exógeno a la operación del mismo (Mora, 2005, 53).

El número de fallas como indicador irá mostrando la participación y cumplimiento de los objetivos del paso 2 de planeado en cuanto a la realización de tareas para revertir el deterioro acelerado y corregir las debilidades, ya que las tareas que se realizan para el logro de este objetivo se dan conjuntamente y en armonía con los tres primeros pasos de autónomo; y que apuntan a que el número de fallas en los equipos disminuyan considerablemente o se eliminen. Además que es punto clave del TPM en sus objetivos operativos, que los equipos operen sin averías y fallos mejorando la fiabilidad de estos mismos.

Se recomienda que este indicador tenga como responsable al jefe de mantenimiento mecánico, ya que tiene fácil acceso a la información.

## 10.2 Horas de falla

Es la duración en horas en que el equipo esta fuera de funcionamiento debido a una falla, empieza desde que el personal de producción informa la falla a mantenimiento hasta que el equipo es puesto en condiciones normales de operación. En este indicador refleja primero el interés del personal operativo en la prontitud de avisar a mantenimiento la falla para que sea reparada rápidamente, y además refleja el tiempo de respuesta del personal de mantenimiento para atender la falla; y son objetivos claves para el cumplimiento de los tres primeros pasos de autónomo y el paso 2 de planeado. A nivel general implica el tiempo el trabaja realmente el equipo y el tiempo no trabaja. El valor de este indicador se puede extraer del registro de trabajo del equipo que lleva el personal de producción y se recomienda sea un trabajo conjunto entre un miembro del pilar de mantenimiento planeado y un supervisor de producción.

## 10.3 MTBF. Tiempo Medio entre Fallas

Es la relación en horas entre el tiempo programado del equipo y el número de fallas que tuvo en el mes. Es importante ya que indica en promedio cada cuanto se esta presentando un falla en el equipo y es vital para determinar la confiabilidad de éste. Se recomienda que este dato sea extraído del registro de trabajo del equipo que lleva el personal de producción y que consolida la oficina de TPM y que un miembro del pilar de mantenimiento planeado se encargue de compartirlo entre todos los miembros del pilar y entre los mecánicos, electricistas, e instrumentistas y se realicen evaluaciones para tomar planes y estrategias para aumentar en magnitud este indicador. Un MTBF entre más grande en magnitud, refleja un equipo libre o reducido de fallas, que trabaja sin problemas durante un largo periodo de tiempo. También refleja tareas realizadas objetivamente por el personal de mantenimiento autónomo en sus primeros tres pasos y el personal de mantenimiento en el paso 2; ya que se estará contribuyendo a que el equipo esté

libre de deterioros, libre de debilidades y que se están realizando técnicas para eliminar y evitar la repetición de las fallas.

#### 10.4 MTTR. Tiempo Medio para Reparar

El tiempo medio para reparar es el tiempo que demora la reparación neta, sin incluir demoras ni tiempos logísticos, ni tiempos invertidos en suministros de repuestos ni de recursos humanos (Mora, 2005, 59).

El tiempo medio entre fallas es la relación entre la sumatoria de todos los tiempos medios para reparar y el número de fallas ocurridas en el mes.

Con este indicador se evalúa el interés y la efectividad del personal de mantenimiento para atender y realizar sus intervenciones; así mismo refleja el uso de las técnicas que se usan para realizar las reparaciones con el objetivo de hacerlas cada vez más rápido. Es importante el acompañamiento del personal de producción durante la realización de estas tareas, ya que ayuda a aumentar el conocimiento en el equipo y adquiere habilidades para que en tiempos venideros le permitan realizar pequeñas intervenciones. Además que contribuye a uno de los propósitos del TPM en cuanto al logro de la eficiencia en el trabajo de mantenimiento.

Para la toma de este indicador se recomienda que el personal de mantenimiento lleve consigo un formato de registro donde se plasme hora de inicio y hora final de la realización de la tarea de mantenimiento, y sea firmada por el supervisor de producción del área.

#### 10.5 Porcentaje de tiempo improductivo por mantenimiento

Es la relación en porcentaje entre el tiempo total de paros debidos a mantenimiento y el tiempo programando total de la planta, con este tiempo se

puede ver una de las causas relevantes por las que una planta en general es improductiva y es debido al gran porcentaje de tiempos muertos causados por mantenimiento. Que a groso modo el aumento de la productividad, flexibilidad y capacidad de respuesta en las plantas es el mayor alcance del TPM en sus objetivos estratégicos y operativos. Es importante ya que es gran validez para tomar decisiones gerenciales, sea de metodologías y programas de mantenimiento para que cada vez sean más óptimos y eficientes.

#### 10.6 Cumplimiento de Órdenes de Trabajo

El cumplimiento de órdenes de trabajo es la relación entre el número de órdenes de trabajo ejecutadas y el número total de órdenes de trabajo programadas. Se da en porcentaje y registra tanto el cumplimiento de tareas preventivas como predictivas. Refleja el cumplimiento de tareas conjuntas entre el personal de producción y mantenimiento. En producción demuestra el interés por participar y colaborar a que las ordenes de trabajo se lleven a cabo y por parte de mantenimiento a dar finalidad a las tareas programadas.

#### 10.7 Gastos de mantenimiento al mes

Cubre todos los gastos en general de mantenimiento; éstos incluyen repuestos, mano de obra y subcontratación en cuanto a lo que se refiere la realización de tareas correctivas, preventivas y predictivas. A parte de velar por la disponibilidad y confiabilidad de los activos, el mantenimiento también debe velar por ser un departamento económico y productivo. Es por esto, que se debe evaluar el presupuesto de mantenimiento para valorar la eficacia de este, además de evaluar si se utilizan los métodos más económicos y mejores.

La toma y análisis de este indicador, se recomienda sea responsabilidad del jefe de mantenimiento, y que luego de realizar los análisis pertinentes se comparta y evalúe también con el pilar de mantenimiento planeado, ya que a veces dentro del



presupuesto de mantenimiento se involucran tareas de mantenimiento autónomo, sobre todo en los tres primeros pasos.

## 11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El modelo propuesto hace mas tangible las ideas que propone el TPM, ya que la hora de aterrizarlas se encuentran muchas dificultades en cuanto al método y forma de hacerlo. De fases, pasos y actividades; se aterriza de forma ordenada por medio de un flujograma llegando hasta el detalle de nombrar responsable y cada tarea para lograr cumplir los objetivos.
- El TPM es muy claro en sus objetivos generales de cada uno de los pilares y de cada uno de sus pasos, pero este modelo va más allá y enfoca sus objetivos y desarrollo de acuerdo a las necesidades de la compañía.
- El involucramiento de todo el personal de la compañía, es de vital importancia para lograr los objetivos propuestos del TPM y este diseño de implementación del paso 2 del pilar de mantenimiento planeado, tiene en cuenta que existe personal que no tiene ninguna vinculación con la metodología y que es necesaria para el desarrollo de la misma; entre éstos se encuentra el personal de mantenimiento, tanto los jefes como los mecánicos, instrumentistas y eléctricos.
- Debido al desconocimiento en algunas áreas acerca de la manera en que se trabaja la metodología, no se obtienen resultados esperados e ideales; especialmente en el personal de producción que pertenece a los pequeños equipos en los tres primeros pasos del pilar de mantenimiento autónomo, y en el personal de mantenimiento que no tiene claro su participación en la metodología.
- La carencia de conocimiento acerca del funcionamiento de los equipos por parte del personal operativo es alta, ya que no existen medios para que

éste conocimiento sea transmitido por parte de quien lo posee, que generalmente son los mecánicos y sus respectivos jefes.

- En general el personal de producción toma conciencia de que cada día hay que mejorar más y que hay que aumentar la productividad del equipo y de la planta; pero en un alto porcentaje, hace falta más acompañamiento por parte de sus superiores, sean supervisores o jefes para que se sientan guiados, aterrizados y comprometidos con la metodología.
- En la realización de tareas que se llevan a cabo en los tres primeros pasos de mantenimiento autónomo, como la realización de Lup's y propuestas de mejora, se nota que en gran parte del personal éstas tareas se realizan sin el pleno sentido de las cosas y sin convencimiento, que dan como resultado Lup's y mejoras muy superficiales y alejadas de los objetivos, esto debido a simple negligencia por parte del operario y a la falta de apoyo y supervisión por parte de sus respectivos jefes.
- En la realización de tareas como apretado de pernos, limpieza y corrección de defectos, el personal operativo las realiza a su modo, ya que no tiene el conocimiento en el manejo de herramientas, de repuestos y de partes que requieren de manejo especial para ser aseadas; debido a que el personal de mantenimiento no estaba involucrado ni pertenecía a ningún pequeño equipo.
- Este diseño para la implementación del paso 2 de mantenimiento planeado, orienta sus objetivos en darle apoyo constante al personal de mantenimiento autónomo en sus primeros tres pasos. Este diseña la unión, complemento y beneficios que deben existir entre los dos pilares para que los objetivos de los dos se cumplan, ya que ninguno de los dos los puede lograr sin la cooperación del otro.

- El acompañamiento y seguimiento permanente por parte del personal de mantenimiento al personal de producción en los pequeños equipos, trae consigo una respuesta rápida a las necesidades que el personal de producción no es capaz de resolver, y lo mas importante se vuelve una herramienta de transmisión de conocimiento hacia el resto del personal.
- El complemento dado entre los dos pilares ayudan a alargar la vida de los equipos y por ende contribuye al aumento de productividad, no solo logra que el personal los quieran cuidar sino que también los quieran mantener, prevenir su deterioro y entender porqué se les presentan problemas.
- Cuando se decide implementar TPM y por consiguiente el pilar de mantenimiento planeado, el departamento de mantenimiento debe adoptar un nuevo rumbo en cuanto a las funciones que deben realizar y es importante desplegarlas y dejarlas claras, como por ejemplo dejar claras las funciones y razones de que un mecánico pertenezca al pequeño equipo, ya que actualmente en la compañía no se tiene claro.
- El nuevo rumbo que debe tomar el departamento de mantenimiento como mantenimiento planeado ya no es solo mejorar la mantenibilidad de los equipos y sus procesos y un efectivo manejo de los costos relacionados con el mantenimiento; además de estos, esta disminuir el volumen de actividades a realizar, aumentar el conocimiento técnico y elevar la moral de los integrantes del proceso.
- Para revertir el deterioro y corregir las debilidades de los equipos, se desarrollan una serie de actividades que contribuyen al logro de este objetivo. Estas actividades se desglosan también en unas tareas específicas, con temas específicos; y es de vital importancia que muchas

de estas tareas se realicen en conjunto entre el personal de mantenimiento y el personal de producción como se muestra en el flujograma.

- Una herramienta de análisis de fallas, análisis de causa raíz; como por ejemplo FMECA, permite y contribuye a alargar la vida del equipo, éstas herramientas tienen como objetivo erradicar o controlar fallas reales o potenciales, y lo mas importante de adaptar una de las mencionadas, es que la utilización de una de estas, es uno de los dos métodos que sirven para ahorrar recursos en mantenimiento.
- Involucrar un grupo interdisciplinario para la realización de una herramienta de análisis de fallas es una forma de tener comprometido a la totalidad del personal con la metodología, ya que para este se requiere de miembros de la mayoría de las áreas de la compañía.
- La ocurrencia de una falla en el equipo no despierta mucho interés por parte del personal operativo, despertar este interés y saber cual fue la falla y que va a pasar con el equipo se logra cuando este personal se involucra en el desarrollo de herramientas de análisis de fallas.
- El modelo propuesto para el paso 2 de mantenimiento planeado, ataca en una manera ordenada y participativa la eliminación de todas las pérdidas incurridas por falta de conocimiento, falta de práctica, exceso de defectos, falta de organización y estructuración.
- El TPM visto como una escuela de aprendizaje, necesita de la transmisión del conocimiento de una parte que lo posee, hacia otra que no lo posee. Para atacar las falencias en conocimiento, es necesario que continuamente se realicen entrenamientos en temas específicos, especialmente dirigidos hacia el equipo durante el paso 2 de mantenimiento planeado, que de

forma ordenada y objetiva contribuyan a corregir las debilidades, defectos, a alargar la vida de los equipos y a la eliminación o control de las fallas.

- El plan maestro es el documento más importante dentro de la metodología del TPM, porque en él se definen las actividades, el peso o la importancia de estas y su duración en cada uno de los pasos para la implementación.
- El diseño del plan maestro debe ser llevado a cabo por personas con amplio conocimiento de la metodología del TPM y una considerable experiencia de la compañía en la que se pretende implantar. Por lo general es el encargado de la metodología en la empresa y el líder del pilar.
- El TPM es un programa de largo plazo que requiere un involucramiento de todos los niveles organizacionales, así mismo se debe realizar un seguimiento y evaluación que permita retroalimentar y fortificar sus debilidades, en este caso en el paso 2 de mantenimiento planeado.
- Para conocer la situación inicial y parcial de la cual se parte y se encuentra la implementación del paso 2 del pilar de mantenimiento planeado, se hace necesario definir las medidas base con las cuales se pueda evidenciar el estado y el avance del pilar. Esto se logra mediante la utilización de herramientas el flujograma, master plan y balance scorecard.
- Los indicadores propuestos para el paso 2 del pilar de mantenimiento planeado son algunas de las herramientas a través de las cuales se hace evidente el progreso y logro de objetivos y permite identificar las áreas de oportunidad para plantear y desarrollar planes de acción.

Luego de conocer como se encuentra conformado y opera del proceso de mantenimiento en la empresa, algunos de los aspectos más relevantes y áreas de oportunidad que se presentan en el proceso son:

- La gerencia está altamente comprometida con la metodología TPM en la compañía, mas sin embargo este compromiso no se presenta e igual magnitud en varios de lo niveles organizacionales.
- En muchas ocasiones no se realiza un profundo análisis y evaluación del cumplimiento de las tareas en los tres primeros pasos de mantenimiento autónomo, pues muchas veces las cosas se realizan simplemente por cumplir y no con el convencimiento.
- Se recomienda equilibrar cargas de responsabilidades en los diferentes sistemas de gestión, ya que constantemente el personal operativo se queja de que no realiza tareas en TPM porque también tiene que cumplir con otras tareas en los demás sistemas de gestión.
- Actualmente el personal de mantenimiento planeado carece de una estructura ordenada, clara y especifica de trabajo; y este proyecto abarca estas necesidades.
- No se utilizan herramientas de análisis de fallas que permitan contribuir al control de las fallas frecuentes en los equipos.
- La falta de conocimiento técnico es alto en el personal operativo, por eso este proyecto recomienda una serie de entrenamiento que contribuyen a la formación y al logro de los objetivos del paso 2 de mantenimiento planeado.
- En general hace falta más acompañamiento por partes de los superiores y supervisores de producción y mantenimiento hacia el personal operativo.

## 12 BIBLIOGRAFIA

ALVAREZ LAVERDE, Humberto. Estrategia de las “5S”. Manual electrónico producido por Advanced Productive Solutions, S.L, Barcelona – España. 2003.

GONZALEZ Juan Esteban y PALACIO, David. Modelo para la implementación de los pasos 1, 2 y 3 del pilar de mantenimiento progresivo de la metodología TPM a partir de la filosofía de 5S: para una empresa de empaques flexibles. Medellín. Universidad EAFIT. 2007.

MORA, Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios. Enfoque Sistemático Kantiano. Medellín. 2005. ISBN: 958-33-8218-3.

SUZUKI, Tokutaro. TPM para industrias de Proceso. Japan Institute of Plant Maintenance. Versión en español TGP – Hoshin. Madrid – España. 1995. ISBN: 84-87022-18-9.

- REFERENCIAS TOMADAS DE INTERNET

COLORQUIMICA S.A.: Industrias atendidas [en línea]. [Citado en Septiembre de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.colorquimica.com.co/Contenidos.aspx?Id=>

BSI-SPAIN: Implantación de un sistema de gestión [en línea]. [Citado en Septiembre de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.bsi-spain.com/ImplantacionSistemasGestion/index.xalter>

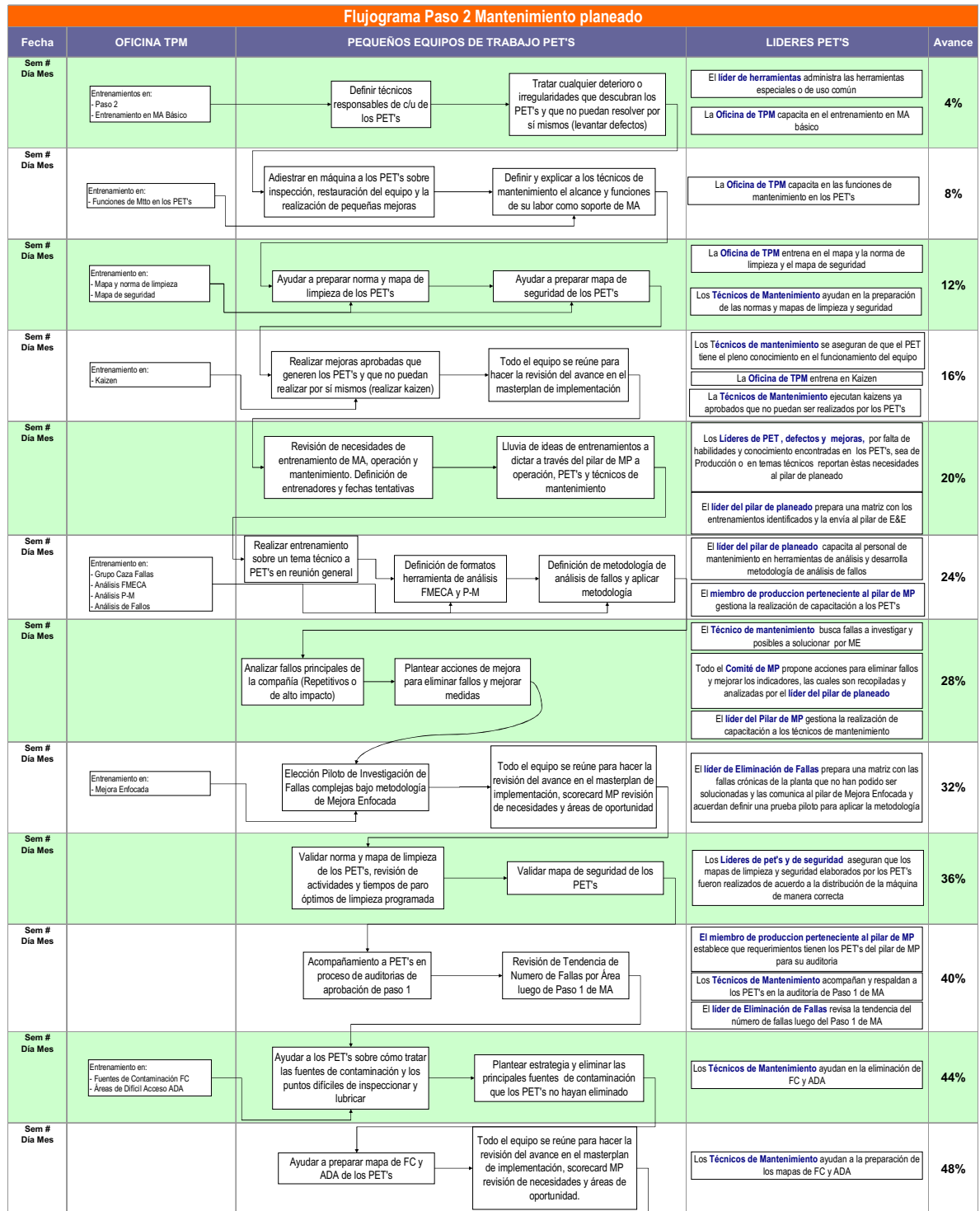
CEROAVERIAS: Aspectos generales [en línea]. [Citado en Septiembre de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.ceroaverias.com/centroTPM/definiciontpm.htm>



MONOGRAFIAS: Mantenimiento Y seguridad industrial [en línea]. [Citado en Septiembre de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml>

## ANEXOS

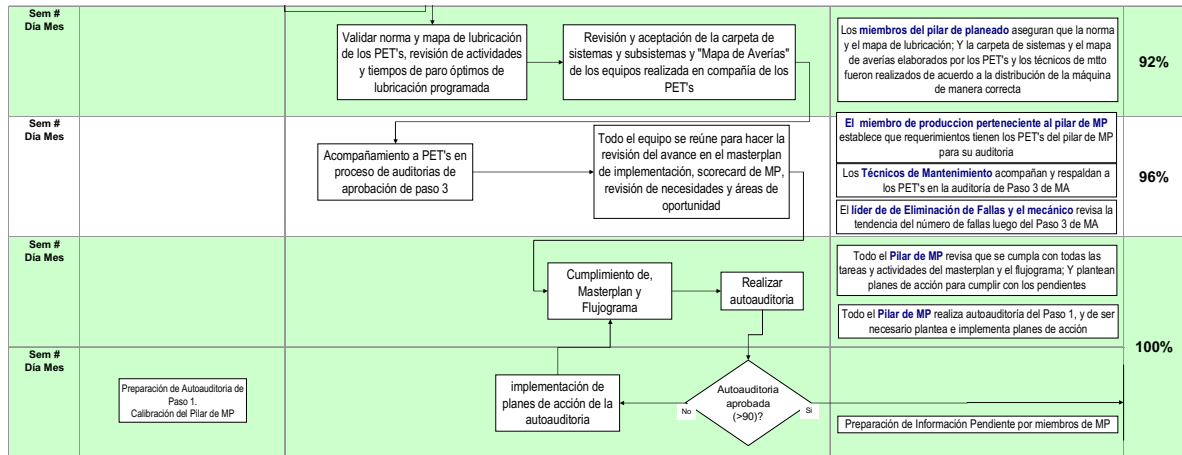
## ANEXO 1. Flujograma paso 2 del pilar de mantenimiento planeado.



## Continuación parte 2 Anexo 1.

Sem # Dia Mes	Entrenamiento en: - LUP's	Realizar entrenamiento sobre un tema técnico a PET's en reunión general	Preparar lecciones de un punto, y enseñar a los operarios funciones de sus equipos, manejo de herramientas y corrección de defectos	Realizar balance de todas las mejoras aprobadas que generen los PET's y que no puedan realizar por sí mismos (realización kaizen)	El miembro de producción perteneciente al pilar de MP gestiona la realización de capacitación a los PET's  Los Líderes de PET's y de LUP's revisan y hacen un balance de las LUP's y Kaizen realizados por mantenimiento en los PET's	52%
Sem # Dia Mes	Entrenamiento en: - Carpeta de Sistemas y Subsistemas - Mapa de Averías	Diseñar estrategia de conocimiento de máquina a los PET's, la estructura y funciones de sus equipos	Creación de la carpeta de sistemas y subsistemas y "Mapa de Averías" de los equipos con ayuda de los PET's		Los líderes de defectos y mejoras y de Análisis de Fallos diseñan estrategia para con los PET's llevar a cabo la creación de la carpeta y "Mapa de Averías" los equipos  Los técnicos de mantenimiento y de herramientas auditan el estado de las herramientas de cada PET y pasan informe a MA	56%
Sem # Dia Mes		Verificación de LUP's y de metodologías usadas para reforzar conocimiento en maquinaria	Lluvia de ideas para el pilar de MP en cuanto a necesidades y/o falencias técnicas		El líder del Pilar de MP gestiona la realización de capacitación a los técnicos de mantenimiento  El líder del Pilar de MP asegura que los técnicos si realizaron LUP's sobre la estructura y funciones de los equipos de manera detallada	60%
Sem # Dia Mes		Revisión de FMECAS creados, corregir y mejorarlos	Todo el equipo se reúne para hacer la revisión del avance en el masterplan de implementación, scorecard MP revisión de necesidades y áreas de oportunidad		El líder de Eliminación de Fallos evalúa los FMECAS y los mejora  Todos los miembros del pilar de MP buscan por fallos de habilidades reportadas por los PET's, Producción, técnicos de mantenimiento en temas técnicos y de conocimiento avanzado	64%
Sem # Dia Mes		Aplicación de herramientas de análisis FMECA y/o P-M y realizar acciones	Un GCF realiza un trabajo de campo haciendo uso de una herramienta de análisis de falla.	Trabajos de campo en áreas con mayor número de fallas y menor MTBF	El líder de Eliminación de Fallos aplica herramientas de análisis y gestiona acciones de mejora	68%
Sem # Dia Mes		Validar mapa de FC y ADA de los PET's	Revisión de Tendencia de Numero de Fallas por Área luego de Paso 1 de MA		Los Técnicos de mantenimiento y miembros del pilar de MP aseguran que los mapas de FC y ADA elaborados por los PET's fueron realizados de acuerdo a la distribución de la máquina de manera correcta  El líder de Eliminación de Fallos revisa la tendencia del número de fallas luego del Paso 2 de MA	72%
Sem # Dia Mes		Seguimiento a la definición de Manejo de Costos de Mantenimiento y categorías de los costos	Acompañamiento a PET's en proceso de auditorías de aprobación de paso 2		El miembro de producción perteneciente al pilar de MP establece que requerimientos tienen los PET's del pilar de MP para su auditoría  Los Técnicos de Mantenimiento acompañan y respaldan a los PET's en la auditoría de Paso 2 de MA  El líder del pilar de MP revisa la política de manejo de costos y sugiere mejoras al sistema	76%
Sem # Dia Mes	Entrenamiento en: - Lubricación - Mapa y Norma de Lubricación	Ayudar a preparar norma y mapa de lubricación de los PET's	Capacitación en tema de detección de 2 habilidades para el pilar de MP		Los Técnicos de Mantenimiento ayudan en la realización de la norma y el mapa de lubricación  El líder del Pilar de MP gestiona la realización de capacitación a los técnicos de mantenimiento  La oficina de TPM junto con el líder del pilar de MP, deciden quien realizará el entrenamiento en lubricación al personal	80%
Sem # Dia Mes		Todo el equipo se reúne para hacer la revisión del avance en el masterplan de implementación, scorecard de MP, revisión de necesidades y áreas de oportunidad	Elaboración de planes de acción de mejora del pilar	Realizar entrenamiento sobre un tema técnico a PET's en reunión general	Todos los miembros de MP plantean actividades de mejora y define fechas y asigna responsables de estas  El miembro de producción perteneciente al pilar de MP gestiona la realización de capacitación a los PET's	84%
Sem # Dia Mes	Entrenamiento en: - Tipos de Mantenimiento	Redefinir sistemas de mantenimiento más apropiados para cada equipo o componente funcionalmente importante basado en los registros de fallos, análisis FMECA P-M y principios físicos	Definición de Tiempos de Paro Óptimos por actividad programada		Los miembros de Mantenimiento planeado y el líder Análisis de Fallos revisan y de ser necesario redefinen sistemas de mto de los equipos analizados en base a resultados	88%

## Continuación parte 3 Anexo 1



ANEXO 2. Master plan pasos 1,2 y 3 de mantenimiento autónomo y el paso 2 de mantenimiento planeado.

PILAR	PASO	ACTIVIDADES	% Importancia	TOTAL
Mantenimiento Autónomo	PASO 1: Realizar la limpieza inicial	Dictar entrenamiento por parte del personal de mantenimiento planeado en el funcionamiento del equipo y en limpieza del equipo	2%	10%
		Definir necesidades de Entrenamientos, especialmente por parte del mantenimiento planeado y oficina TPM, hacia autónomo.	1%	
		Dictar entrenamientos de Paso 1, Defectos, Kaizen, LUPS, Mapas de FC y ADAS	1%	
		Implementar herramientas de paso a utilizar: LUPS, Kaizen, Normas, Flujograma, procedimientos, auditorias, scorecard	4%	
		Programación de auditorias (autoauditorías y de Paso)	1%	
		Seguimiento y evaluación de resultados (Scorecard)	1%	
	Paso 2: Eliminar fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso	Definir necesidades de Entrenamiento por parte de Mejoras Enfocadas, Mantenimiento planeado, oficina TPM, hacia Autónomo.	1%	14%
		Dictar entrenamientos de Paso 2, Herramientas de análisis de fallas, y Controles visuales	2%	
		Implementar herramientas de paso (DDxQxQ, Mapa de FC y ADA, 5W-1H, Flujograma, Auditoria, Norma definitiva, Calendario, etc)	9%	
		Programación de auditorias (autoauditorías y de Paso)	1%	
		Seguimiento y evaluación de resultados (Scorecard)	1%	
	Paso 3: Establecer estándares de limpieza e inspección	Definir necesidades de Entrenamiento por parte de Mejoras Enfocadas, Mantenimiento planeado, oficina TPM, hacia Autónomo.	1%	20%
		Dictar entrenamientos de Paso 3	2%	
		Implementar herramientas de paso (Estándares para mantener CBO)	15%	
		Programación de auditorias (autoauditorías y de Paso)	1%	
		Seguimiento y evaluación de resultados (Scorecard)	1%	
Mantenimiento Planeado	PASO 2: Revertir el deterioro y corregir debilidades	Diseño del Flujograma de Paso 2	1,0%	18%
		Dictar entrenamiento en Paso 2, diseñar entrenamientos para el pilar de planeado, y para el pilar de autónomo (funcionamiento de equipos, Análisis de fallas, GCF, Temas técnicos, etc)	1,0%	
		Establecer condiciones básicas, revertir el deterioro y abolir los entornos que causan deterioro acelerado	5%	
		Poner en práctica actividades de mejora enfocada para corregir debilidades y ampliar los períodos de vida.	7%	
		Tomar medidas para impedir la ocurrencia de fallos idénticos o similares	2%	
		Introducir mejoras para reducir los fallos de proceso	2%	

### ANEXO 3. Balance scorecard para el paso 2 del pilar de mantenimiento autónomo

Balance Scorecard - Paso 2 Mantenimiento Planeado										
	FÓRMULA	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
1. Paso	Paso en el cual se encuentra desarrollando el pilar de acuerdo a la metodología TPM	#	2	2	2	2	2	2	2	2
2. % de Avance de master plan del paso actual	% de desarrollo en que se encuentra el paso de acuerdo con el Masterplan del pilar	%	40%	40%	58%	71%	73%	75%		
3. Número de Fallas	No. Fallas total planta	#	68	83	56	64	59	67	104	89
4. Horas Fallas	Horas de Fallas total planta	Horas	197	216	194	320	266	212	354	258
5. MTBF (Tiempo Medio entre Fallas) (Horas)	Tiempo programado / No. de Fallas	Horas	146	119	195	129	154	147	107	133
6. MTTR (Tiempo Medio para Reparar) (Min)	Min de Averías/ No. de Fallas	Min	173,4	156,2	207,8	300,3	270,9	190,1	204,0	174,2
7. Porcentaje de Tiempo Improductivo por Mto.	Tiempo total paros por mto / Tiempo programado total de la planta	%	2,7%	2,4%	2,1%	4,2%	3,4%	2,4%	3,6%	2,51%
8. Cumplimiento a Mantenimientos	No. OT del programa ejecutadas / No. OT del programa generadas	%	41%	41%	43%	43%	25%	25%	74%	74%
9. Gastos de Mantenimiento	Gastos de mantenimiento al mes	\$	\$ 34.653.634	\$ 37.414.507	\$ 35.119.113	\$ 33.780.149	\$ 25.656.295	\$ 24.504.179	\$ 37.833.157	\$ 32.509.656

